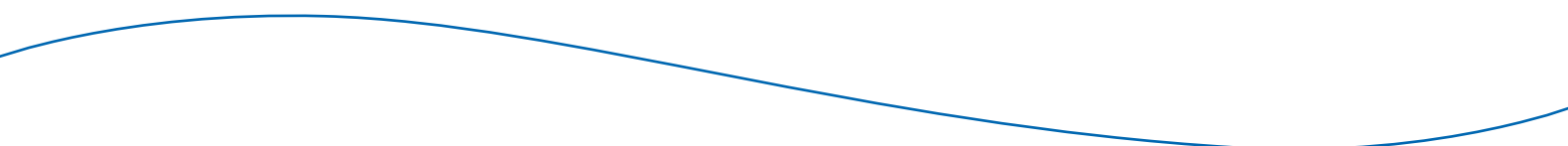


Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget Avviksrapport 2010



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

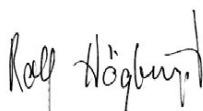
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget Avviksrapport 2010	Løpenr. (for bestilling) 6178-2011	Dato 04.05.11
	Prosjektnr. Undernr. O-10136	Sider Pris 16
Forfatter(e) Jarle Håvardstun Lise Tveiten Rolf Høgberget	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

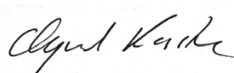
Oppdragsgiver(e) Vegårshei kommune	Oppdragsreferanse
----------------------------------------------	--------------------------

Sammendrag Driftskontroll av Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg i Storelva er et verktøy for å få bedre innsyn i og kontroll med kalkingen fra anlegget. Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2010) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. Driftskontrolldata ble registrert kontinuerlig hele året unntatt 15.januar, da det ble skiftet logger. Etter at Miljøkalk skiftet automatikken på anlegget i 2009 ble det en del problemer med overføring av signaler, dette fortsatte til mars 2010. Det ble registrert til sammen 15 døgn med avvik fra pH-mål i elva. I smoltifiseringsperioden var avvikene hovedsakelig på mindre enn 0,1 pH-enhet under målet for lakseførende strekning. Det var enkelte episoder der pH feilaktig ble målt til under målet på grunn av dårlig kalibrerte elektroder.

Fire norske emneord 1. Vassdrag 2. Kalkdosering 3. Overvåking 4. Måleteknikk	Fire engelske emneord 1. Water system 2. Lime dosing 3. Surveillance 4. Measuring technique
-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Rolf Høgberget
Prosjektleder



Øyvind Kaste
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva,
Vegårvassdraget**

Avviksrapport 2010

Forord

NIVA har utviklet et system for effektiv kontroll av driften på kalkdoseringsanlegg ved bruk av enkel sensorteknologi og effektiv informasjonsflyt. Som et ledd i å bedre oversikten over den daglige driften ved Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg, samt å introdusere et ekstra hjelpeverktøy for operatøren, ble driftskontroll av kalkdoseringsanlegg etablert i Storelva i oktober 2001. En rammeavtale for driftskontrollen ble da kontraktsfestet. Avtalen innebærer gjennomgang av driftsdata flere ganger i uken samt dokumentasjon av driften i form av en kortfattet statusrapport hvert år.

Det ukentlige arbeidet er utført av, Lise Tveiten, Liv Bente Skancke, Rolf Høgberget og Jarle Håvardstun ved NIVA Sørlandsavdelingen. Prosjektet er støttet av Miljøvern avdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder, og oppdragsgiver er Vegårshei kommune.

Grimstad, mai 2011

Rolf Høgberget

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Driften av anlegget	11
3. Tiltak	14
3.1 Oppfølging av tidligere anbefalte tiltak	14
3.2 Videre anbefalinger om tiltak	14
4. Referanser og tidligere driftskontrollrapporter	15

Sammendrag

Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg er etablert for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Doseringen styres etter vannføring, samt pH både oppstrøms- og nedstrøms anlegget. Kontinuerlige pH-data fra Nes Verk og nedstrøms anlegget brukes til å vurdere om kalkingen gir ønsket resultat på den lakse- og sjørrettførende strekningen i elva.

Loggeren som registrerer nødvendige data for driftskontroll av anlegget fungerte tilfredsstillende og samlet data kontinuerlig unntatt den 15. januar, da loggeren på Hauglandsfoss var ute av drift i 15 timer. Loggeren ble deretter byttet.

I desember 2009 byttet Miljøkalk ut automatikken på anlegget. Det var likevel problemer med overføring av signalene fra pH-stasjonen nedstrøms anlegget ved Monane. Dette skyldtes feil ved oppkoblingen mellom Miljøkalk og NIVA sitt utstyr. For å få riktige pH-verdier måtte temperaturmålingene ved Monane kuttes ut. Dette ble ikke rettet før i mars 2010.

Inntaksbrønnen for pH oppstrøms ble flyttet i 2009 for å unngå påvirkning fra surt vann fra sidebekker. Dette har fungert bra, og det er nå ikke vist at surt vann fra sidebekker oppstrøms anlegget påvirker pH-målingene.

Etter ombygging går nå ikke anlegget i "hvile" og stopper, som tidligere år. Det har bare vært én episode i slutten av august hvor anlegget reagerte tregt på lav pH pga. tekniske problemer. Dette medførte at kalkdosering ikke startet i tide.

Det ble i noen tilfeller målt pH under målet i lakseførende strekning av elva. I smoltifiseringsperioden var avvikene hovedsakelig mindre enn 0,1 pH-enhet. Til sammen utgjorde dette 15 døgn med for lav pH i elva i 2010. Det var imidlertid enkelte perioder der pH-målingene ikke var riktige ved Monane, og ved Nes Verk frøs pH elektrodene i stykker i desember og stasjonen kom ikke i drift igjen før i midten av februar. Det kan derfor ha vært noen episoder med lavere pH enn målet uten at dette er blitt registrert.

Summary

Title: Operation Report from lime dosers in Storelva, S Norway. Non-conformance report 2010.

Year: 2011

Author: Jarle Håvardstun, Lise Tveiten and Rolf Hoegberget

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5913-1

NIVA has developed methods permitting an efficient control of lime dosers in streams. The control involves simple sensor technology and an efficient information flow. This system is used to improve on and ensure a cost efficient liming. The information generated is an aid to operators, water managers and is extensively used for quality control issues.

This report summarizes discrepancies detected in River Storelva, Vegårshei Municipality during 2010.

1. Innledning

Bakgrunn og mål

Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg er et system som ble utviklet av NIVA i 1996-97 for å overvåke og forbedre effektiviteten ved anlegg som doserer kalk eller andre avsyngsmidler i sure vassdrag. Systemet er basert på registrering av kalkforbruk som vektreduksjon i kalkdoseringsanleggets beholdningstank (kalksilo) og vannføringen ved kalkingspunktet. I tillegg registreres pH-verdiene ved pH-styrte anlegg. For detaljert informasjon om systemets oppbygging og virkemåte, se Høgberget og Hindar (1998).

Erfaringer har vist at anlegg for dosering av kalkprodukter i rennende vann ofte produserer upresise kalkdoser. Anleggene er kostnadskrevende både i etablering og drift, og det er derfor avgjørende for et økonomisk forsvarlig resultat at driften er så optimal som overhodet mulig. Ideelt sett innebærer optimal dosering at driften er kontinuerlig, uten avbrekk av noe slag, og at dosen til enhver tid verken er for lav eller for høy.

Kalkdosering til elv kan styres på to måter; etter vannføring og etter pH i elva. De vannføringsstyrte kalkdoseringsanleggene skal gi en fast (forhåndsinnstilt) dose per kubikkmeter vann. Dosene beregnes på grunnlag av titreringskurver som angir sammenhengen mellom kalktilsetning og pH i elvevannet. Ved å sammenligne doseringsmålet med den faktiske dosering gitt av driftskontrollen vil en få et mål på effektiviteten til anleggene. Ved pH-styrte anlegg doseres det også etter vannføring, men her korrigeres doseringen av pH-målere som er plassert oppstrøms- og i mange tilfeller også nedstrøms anlegget.

Denne statusrapporten gir en dokumentasjon på driften i rapporteringsperioden (2010) og inneholder samtidig en fortegnelse over hendelser og avvik som kan danne grunnlag for forbedringstiltak knyttet til driftsrutiner, installasjoner eller kalkingsstrategi. For tidligere rapporter fra driftskontrollen i Storelva, se referanseliste bak i rapporten. Resultatene fra kalkingen av Storelva rapporteres dessuten hvert år i forbindelse med DNs effektkontroll for større vassdrag.

Om doseringsanlegget ved Hauglandsfossen

Nedbørfeltet til Storelva, med plassering av kalkdoseringsanlegg og pH-stasjoner er vist i **Figur 1**. Hauglandsfossen kalkdoseringsanlegg ble etablert i 1996 for å sikre god vannkvalitet for produksjon av sjøaure og laks i Storelva. Anlegget er plassert 700 m på oversiden av oppvandringshinderet ved Hauglandsfoss og var først styrt kun etter pH oppstrøms dosereren. I 1998 ble det i tillegg etablert styring etter pH nedstrøms anlegget. Det ble da bygd en pH-målingsstasjon på Monane, omlag 3 km nedstrøms anlegget. Denne sender data som radiosignaler til doseringsautomatikken på anlegget. pH-mål for den lakseførende strekningen er som følger: pH 6,2 i perioden 15. februar - 31. mars, pH 6,4 i perioden 1. april - 30. juni og pH 6,0 ellers i året.

Det ble etablert driftskontroll på anlegget i oktober 2001. Full driftskontroll er nå operativ da Miljøkalk nå har lagt ut doseringssignalet slik at det er tilgjengelig for driftskontroll-loggeren. Vi kan dermed registrere dosesignal fra elektronisk styringsenhet på kalkdosereren. Vekten av beholdningstanken måles ved hjelp av ”strekklapper” i stedet for veieceller under bærekonstruksjonen. Dette er forskjellig fra de fleste andre kalkdoseringsanlegg, og gir dårligere veienøyaktighet. Ledningsevnen i blandekaret er en støtteparameter som ikke registreres på driftskontroll-loggeren.

Ord og uttrykk: Det forekommer en del ord og uttrykk i rapporten som kan være vanskelig å forstå betydningen av. For å lette leserens forståelse av innholdet presenteres her en liste med ord og uttrykk som vanligvis benyttes i rapporteringen:

Ord/uttrykk	Forklaring
Dosering	Brukes om generell tilsetning av kalk, men den egentlige betydningen er tilsetning av kalk per tidsenhet. I rapporten benyttes oftest g/s, dosering per sekund.
Dose	Dosering av kalk per volum vann. Den vanligste enheten er g/m ³ , gram kalksteinsmel per m ³ vann i elva.
PLS-dose, Styringsdose	Styringssignalet (g/s) som benyttes av doseringsanlegget for tilsetning av kalk dividert på vannføringen forbi anlegget (m ³ /s). Dette er den dosen anlegget "tror" den gir til elva. Enheten er g/m ³ .
Driftskontroll-dose	Den kalkdosen som er beregnet levert elva på grunnlag av kalkvektsreduksjon i beholdningstank/kalksilo per tidsenhet dividert på akkumulert vannmengde forbi doseringsanlegget i samme tidsrom.
Timesdose	Den driftskontroll-dosen som er levert i løpet av en time. Verdien er gjennomsnittet av aktuelle times doser til elva. For eksempel vil en vektreduksjon på 0,9 tonn i løpet av en time gi en timesdose på 5 g/m ³ ved vannføring 50 m ³ /s, (akkumulert vannmengde er da 180000 m ³).
Langtidsdose	Den gjennomsnittlige driftskontroll-dosen som er levert elva siden siste påfylling av kalk i beholdningstank/kalksilo. På kurvene som vises i rapporten kan det være store utslag. Dette oppstår i forbindelse med begynnende utregning fra ny beholdning. Årsaken er stor unøyaktighet i veieutstyret. Derfor settes en begrensning i når regneverket får lov å begynne med doseberegninger. I denne tiden vises siste gjeldende verdi som en horisontal strek.
pH-mål	Den til enhver tid gjeldende verdi for hvor høy man ønsker at pH skal være i elva. Verdien blir ofte fastsatt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i samarbeid med kalkingsstiftelsen for vedkommende kalkingsprosjekt.
pH-krav	Det pH-kravet som blir satt i styringsautomatikken ved et pH-styrt doseringsanlegg med pH-nedstrøms anlegget som styringssignal. pH-kravet er ofte høyere enn pH-målet for elveavsnittet.
PLS	"Programmerbar logisk styring". Forkortelsen er ofte benyttet som betegnelse på styringsautomatikken på kalkdoseringsanlegg.
UPS	"Uninterruptible power supply". Forkortelse på ekstra energikilde (strømkilde) som benyttes når nettspenningen uteblir.
Kyvette, pH-/målekyvette	Beholder som pH-elektroder og termistormåler er plassert i. Det skal være kontinuerlig gjennomstrømmende vann i målekyvetta for å få riktige pH- og termistormålinger.

Vannmerke	Vertikal stav med avmerkinger som viser vannstanden i meterriske enheter (meterstav/målestav). Vannmerket er satt opp i forhold til et 0-punkt på stedet som avmerking i "fast fjell" eller i forhold til m.o.h. (meter over havet).
Beholdning	Lageret av kalk eller annet avsyrmingsmiddel på kalkdoseringsanlegget.
Prosesskalibrering	Sette en kjent pH-verdi som avlesingsverdi i et pH-meter. Det har da alltid vært gjennomført en tidligere 2 pkt. kalibrering på meteret (kalibrering mot bufferne pH 4 og 7)



Figur 1. Storelva med nedbørfelt (457 km²), med plassering av kalkdoseringsanlegg (trekant) og pH-målestasjoner (sirkler).

2. Driften av anlegget

For å kunne gi en beskrivelse av kontinuiteten av kalkdosering til Storelva fra anlegget ved Hauglandsfoss benyttes følgende parametre: vannstand, kalkvekt, pH oppstrøms og nedstrøms anlegget med tilhørende temperaturmålinger i målekyvetter for pH-måling. Tidsavbrudd på dataarekkene fra disse parameterne fører til manglende oppfølging i driftskontrollsystemet. Derfor er eventuelle brudd også omtalt.

Loggeren som registrerer nødvendige data for driftskontroll av anlegget fungerte tilfredsstillende og samlet data kontinuerlig unntatt den 15.januar hvor loggeren på Hauglandsfoss var ute av drift i 15 timer. Loggeren ble deretter byttet. Signaler for vekt og vannstand har vært aktive og registrert hele perioden, unntatt 15.januar.

Etter at Miljøkalk byttet ut automatikken på anlegget, ble det problemer med overføring av signaler fra pH-stasjonen nedstrøms anlegget ved Monane. Temperaturmålingene påvirket også pH-verdiene, og først 25. mars ble dette ordnet.

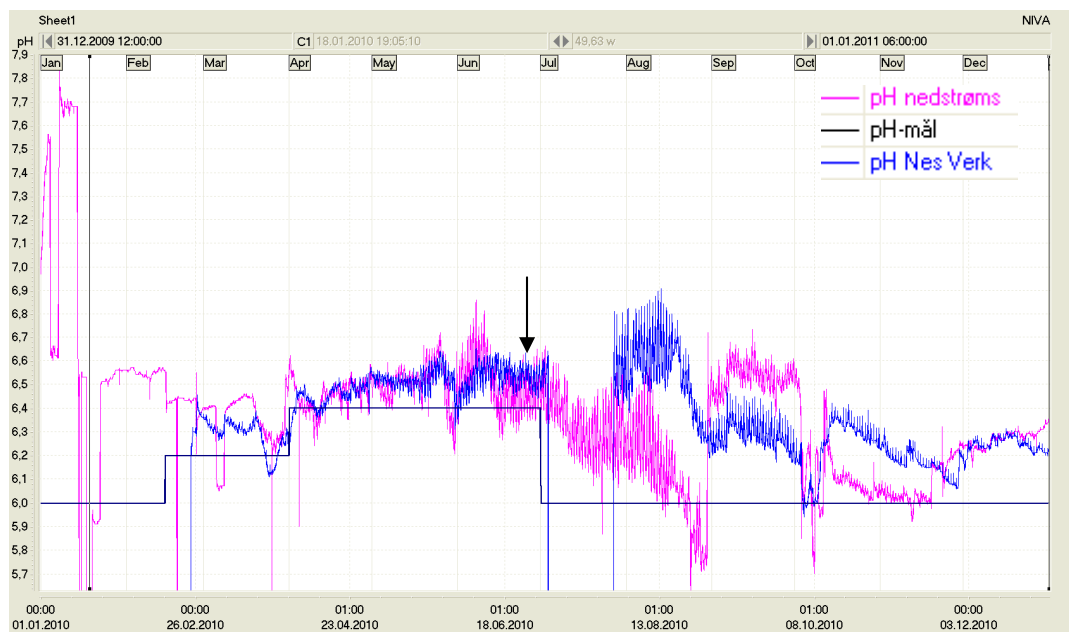
Det var noen tilfeller i løpet av året der pH i lakseførende strekning av elva var mer enn 0,1 pH enhet lavere enn pH-målet. I **Tabell 1** er det gjengitt varighet og tidspunkt for episoder der pH var under målet i lakseførende strekning. **Figur 2** viser pH i lakseførende strekning av elva gjennom hele året. På stasjonen ved Nes verk frøs elektrodene pga strømsstans og stasjonen kom ikke i drift igjen før 24. februar.

Tabell 1. Liste over tilfellene der pH var under målet i mer enn 8 timer i lakseførende strekning av elva.

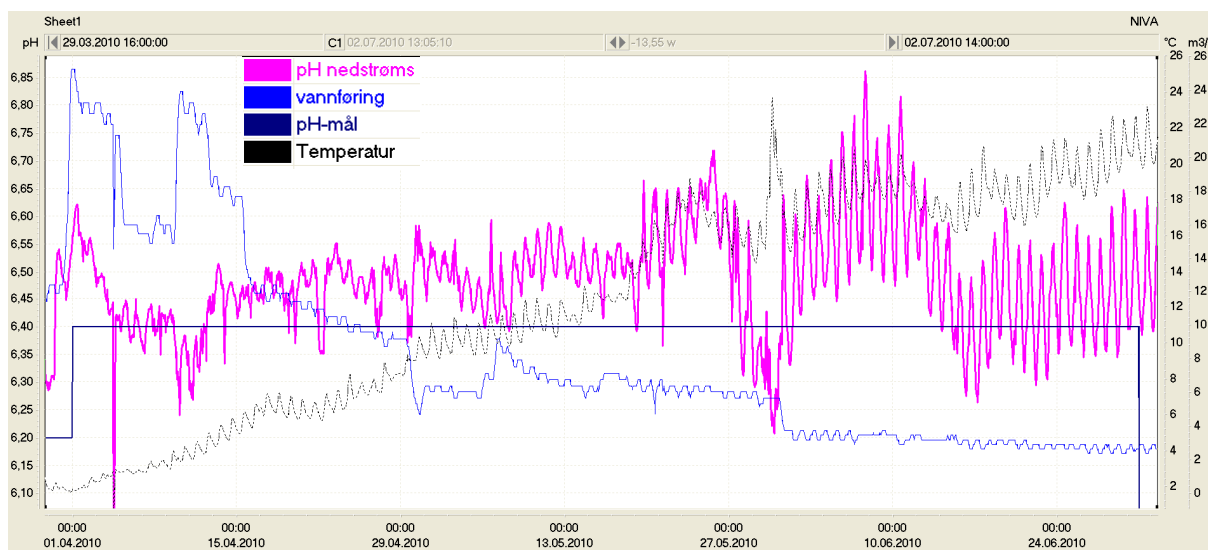
Dato	Antall døgn under pH mål			Kommentar
	Monane	Nes verk	Laveste pH	
05.03.2010	2,8		6,1	pH krav 6,2
24.03.2010		2,7	6,1	pH krav 6,2
01.04.2010		1,2	6,2	skulle vært 6,4 her fra 1.4
09.04.2010	0,7		6,3	tidvis under målet om natten
24.08.2010	2,2		5,7	pH krav 6 - flom
27.08.2010	2,5		5,7	pH krav 6
07.10.2010	1		5,7	stor flom
12.11.2010	0,5		5,9	

Til sammen utgjorde disse tilfellene 15 døgn. Dette må betegnes som bra, og er en forbedring fra 2009 da det var til sammen 95 døgn med pH verdier under målet (Høgberget og Håvardstun 2010). Det må imidlertid taes i betraktning at pH-målingene var ustabile fra januar til mars ved Monane, og at pH-målinger mangler ved Nes verk fra 1. januar til 24. februar. Det kan ikke utelukkes at det har vært episoder i denne perioden hvor pH har vært under målet. I smoltifiseringsperioden fra 1. april til 30.juni var det få tilfeller der pH var mer enn 0,1 pH-enhet under målet (**Tabell 1**). I flere av de tidligere driftskontrollrapportene har det blitt påpekt at det har vært uforholdsmessig høy pH nedstrøms anlegget i forhold til pH-verdiene oppstrøms, selv om det ikke har blitt dosert kalk. Forholdene ble utbedret i oktober 2009 ved at inntaksbrønnen for pH-oppstrøms målingene ble flyttet. (Håvardstun og Høgberget 2010). Det har ikke vært tilfeller der pH-oppstrøms målingene har blitt påvirket av surt vann fra sidebekker etter at dette ble gjort. I de tilfellene det har vært stor forskjell mellom pH-oppstrøms og nedstrøms i 2010 skyldes dette i hovedsak langtidsoppløsning av

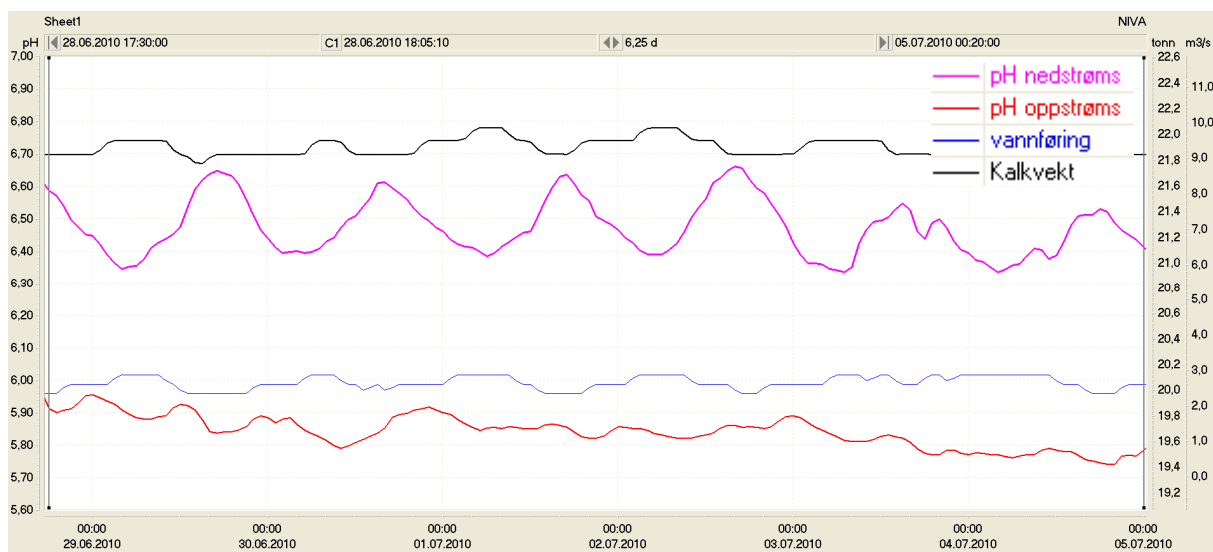
sedimentert kalk i elva, spesielt ved lave vannføringer som vist i **Figur 2**. Den 9. april økte vannføringen i elva, og pH sank til under målet. Den 30. mai gikk pumpa i stykker, og det ble stillstand i målekyvetten som medførte feilaktige pH-målinger. Reell pH var da sannsynligvis høyere enn den målte. Situasjonene er vist i **Figur 3**. pH-kravet ble satt ned tidligere enn vanlig (21. juni) av operatør pga. lav vannføring.



Figur 2. pH nedstrøms kalkdoseringsanlegget ved Monane og på Nes Verk, sammenholdt med pH-målet for kalkingen i Storelva (svart linje). pH-nedstrømsverdiene er riktige fra 25. mars. pH var under målet ved noen anledninger, også i en periode når kravet er pH 6,4. I slutten av juni var pH under målet noen få timer hver natt. pH-kravet ble satt ned tidligere (21. juni) enn vanlig pga. lav vannføring (se svart pil). Pumpa stoppet på Nes Verk i midten av juli. pH-nedstrøms og oppstrøms viser store forskjeller, selv om det ikke doseres kalk. Dette skyldes sannsynligvis oppløsning av sedimentert kalk i elva. Dette blir spesielt tydelig ved den lave vannføringen i elva i perioden som her er vist.

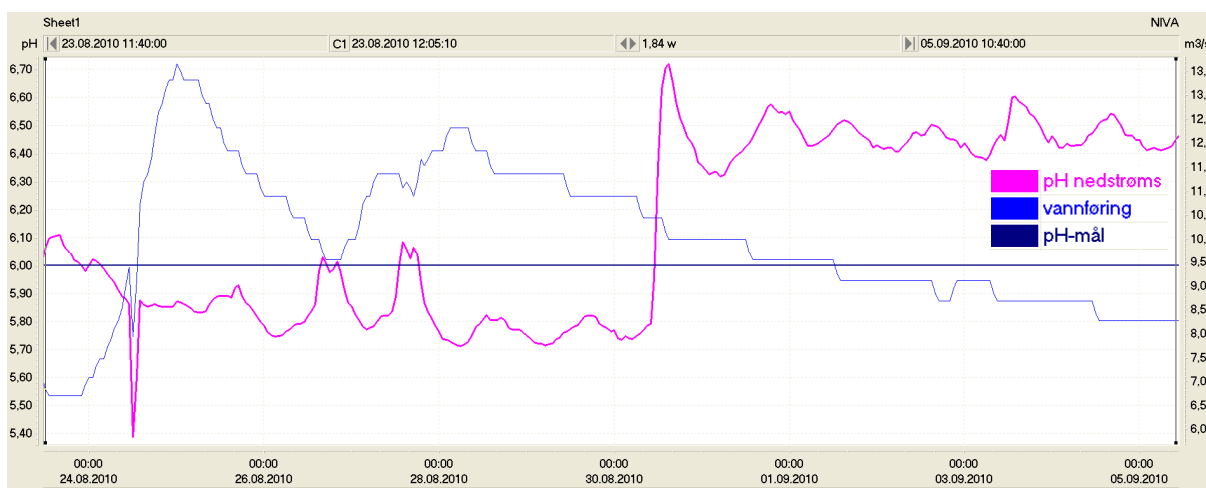


Figur 3. pH og temperatur på Monane den 1.4 til 30.6. Stiplet linje viser temperatur. 30. mai øker temperaturen noe som viser at pumpen har stoppet og fører til stillstans i målekyvetten, pH blir da målt på stillestående vann og synker feilaktig under pH-målet.



Figur 4. Tilfelle der pH-nedstrøms og oppstrøms kalkdoseringsanlegget viser store forskjeller selv om det ikke doseres kalk. Dette skyldes sannsynligvis oppløsning av sedimentert kalk i elva. Dette blir spesielt tydelig ved den lave vannføringen i perioden som her er vist.

I slutten av august kom en flomepisode, anlegget reagerte tregt på lav pH pga. tekniske problemer og dosering startet ikke. Situasjonen er vist i **Figur 5**. Ifølge operatør har pH sannsynligvis likevel ikke vært under målet ved Monane fordi elektrodene ikke var kalibrert riktig. Ved kalibrering 30. august settes pH opp til 6,4 som er godt over målet på 6,0 i denne perioden. Også i november var det dårlig kalibrerte elektroder som viste for lav pH i forhold til reelle verdier i elva.



Figur 5. Situasjon med vannføringen i elva, dosering starter ikke pga teknisk feil på anlegget. pH ved Monane var sannsynligvis ikke under målet ettersom pH blir justert opp til 6,4 ved kalibrering 30. august.

3. Tiltak

3.1 Oppfølging av tidligere anbefalte tiltak

- Miljøkalk har nå rettet forholdene (jordingsfeil) som medførte at temperaturmålingene påvirket pH-målingene nedstrøms anlegget ved Monane.
- Det ble oppdaget en feil som bestod i at pH viste riktig i displayet på loggeren, men logget feil verdier i minnet. Dette er nå rettet.

3.2 Videre anbefalinger om tiltak

- Det er fortsatt nødvendig å ha en mer regelmessig rengjøring og kalibrering av elektroder slik at det blir en tettere oppfølging/kvalitetssikring av pH-signalene oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegget. Dette vil sikre en best mulig drift. Eksempelet med kalibrering av elektrodene ved Monane i august viser viktigheten av dette.
- Generelt bør pH-data fra Nes Verk brukes aktivt ved fastsetting av pH-kravet ved anlegget. pH-nivået bør sjekkes regelmessig med driftsoperatørens felt pH-meter. NIVAs månedlige kontroll av pH-overvåkingsstasjonen på Nes Verk er for sjelden til å garantere det nøyaktighetsnivået som kreves for å bruke resultatene i den operasjonelle driften på doseringsanlegget.

4. Referanser og tidligere driftskontrollrapporter

Høgberget, R. og Hindar, A. 1998. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg. NIVA-rapport 3824, 37 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2003. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2002. NIVA-rapport 4690, 16 s.

Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2009. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2008. NIVA-rapport 5788, 13 s.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005a. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2003. NIVA-rapport 4989, 14 s.

Håvardstun, J. og Høgberget, R. 2005b. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva. Avviksrapport år 2004. NIVA-rapport 5127, 13 s.

Håvardstun, J. Høgberget, R. 2010. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Avviksrapport 2009. NIVA-rapport 5946, 13 s.

Kaste, Ø. (red.) 2005. Storelva. I: Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004 Direktoratet for naturforvaltning. DN-notat 2005-2. s. 21-33.

Kaste, Ø. og Høgberget, R. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2005. NIVA-rapport 5219, 11 s.

Kaste, Ø. og Skancke, L.B. 2007. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2006. NIVA-rapport 5391, 12 s.

Kaste, Ø. Skancke, L.B. Håvardstun, J. Høgberget, R. 2008. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget. Statusrapport for 2007. NIVA-rapport 5598, 14 s.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingssmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no